

TP

Signaux modulés en amplitude :

Analyse spectrale

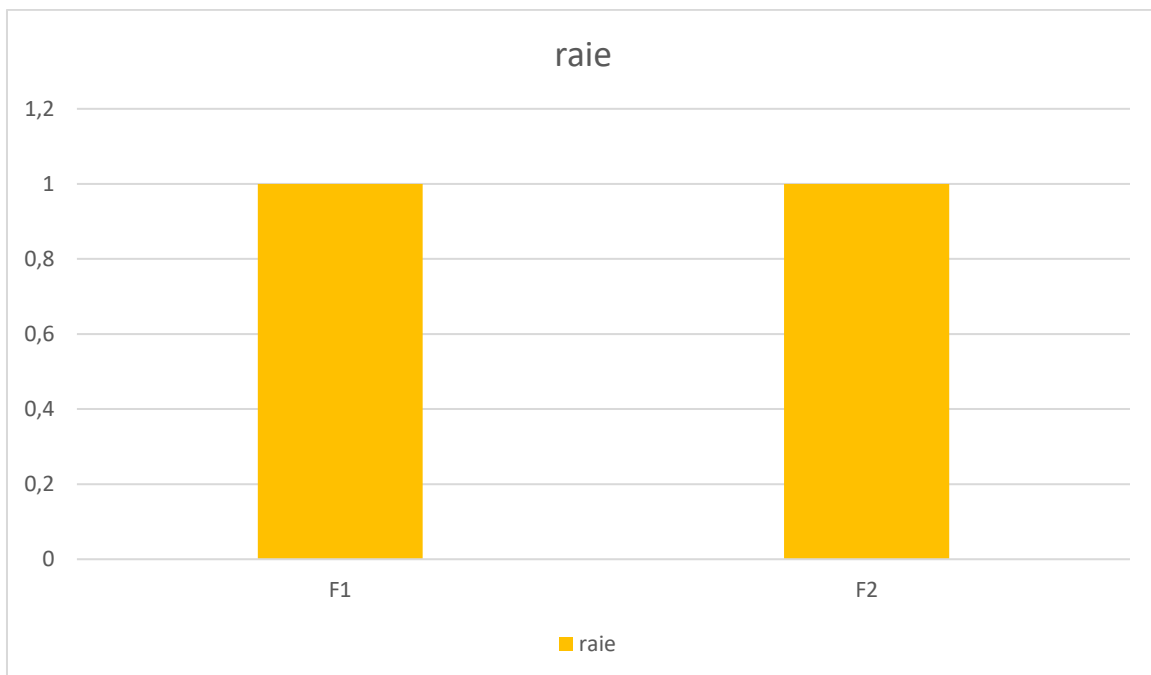
21. Fonction spectre

```
function [f,pxx] = spectre(signal,Fe,nfft,N)
X=fft(signal,nfft)/N;
f=FE/2*linspace(0,1,nfft/2+1);%tableau des fréquences
pxx = 2*abs(X(2:nfft/2+1))%spectre d'amplitude
```

question : Le signal $x(t) = \sin 2\pi f_1 t + \sin 2\pi f_2 t$

Donner le spectre théorique de $x(t)$, est-ce un spectre de raie ou un spectre continu ?

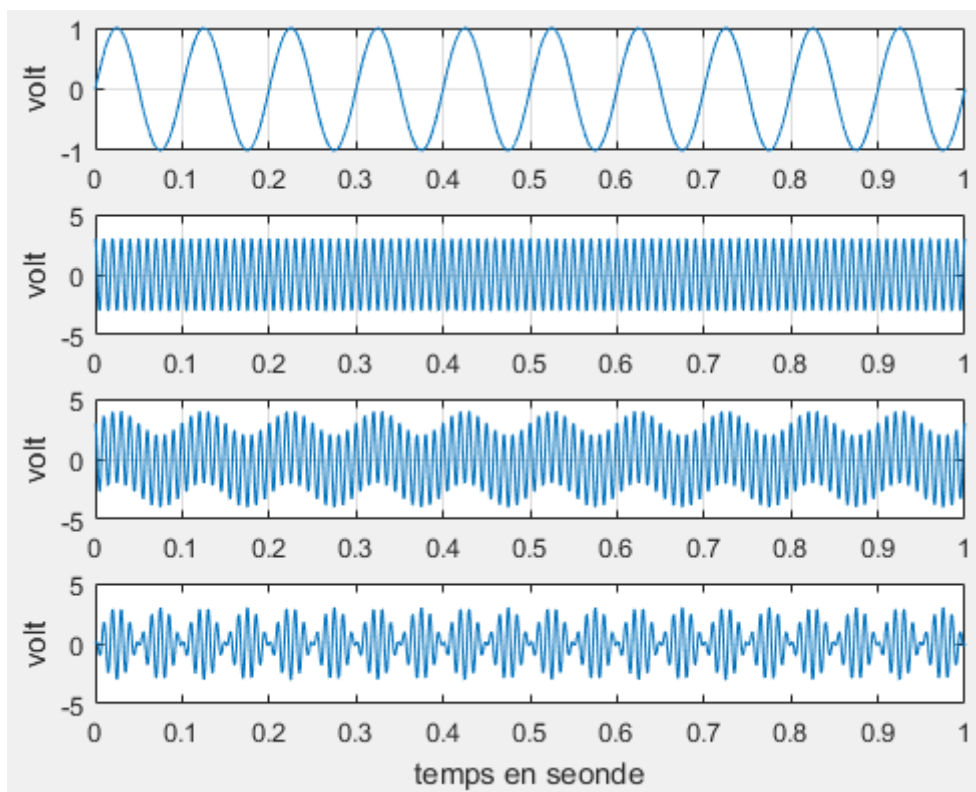
Le spectre théorique est un spectre de raie.



22.

%Simulation de signaux sinusoidale et calcul de leur
%spectre d'amplitude Données de la simulation

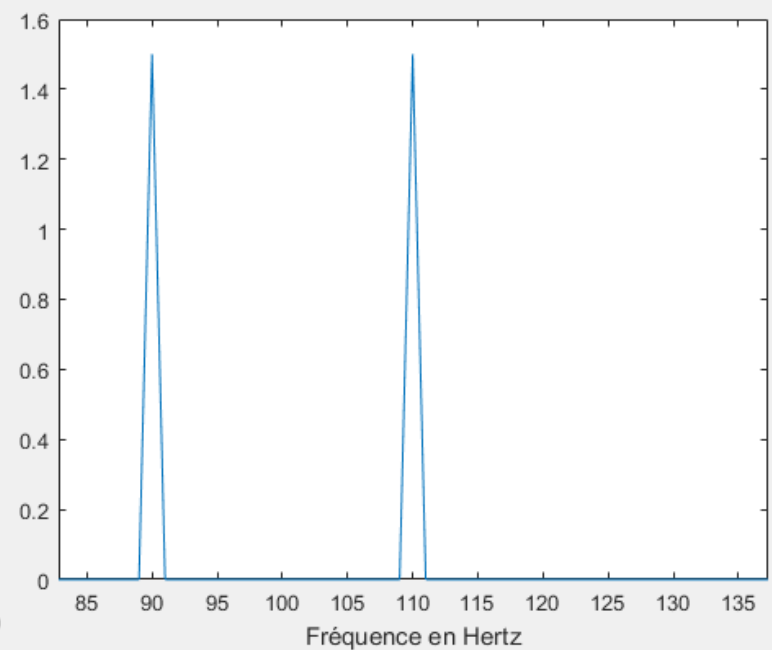
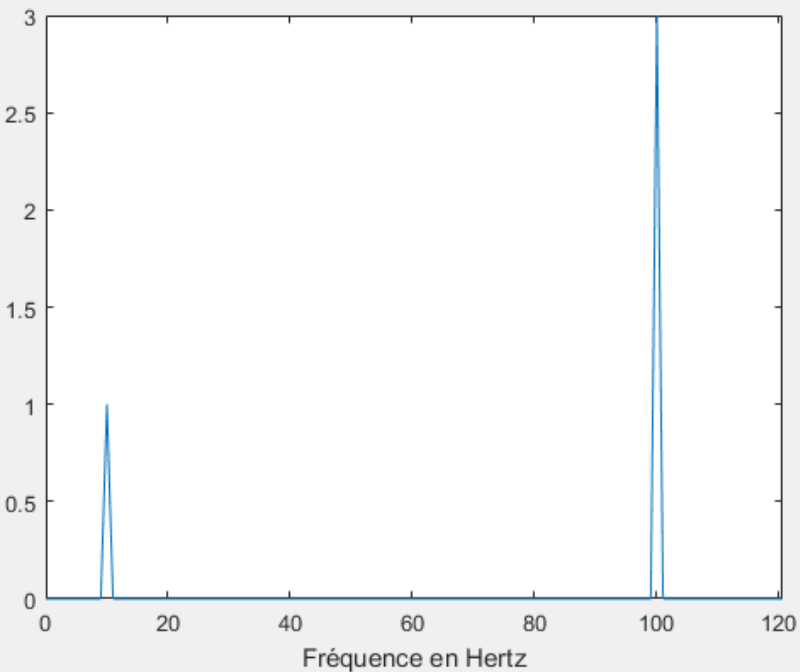
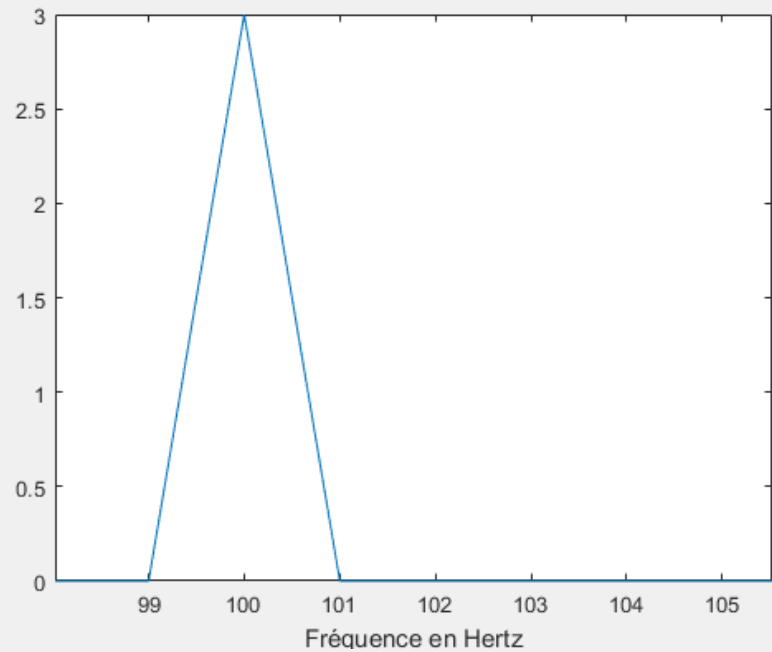
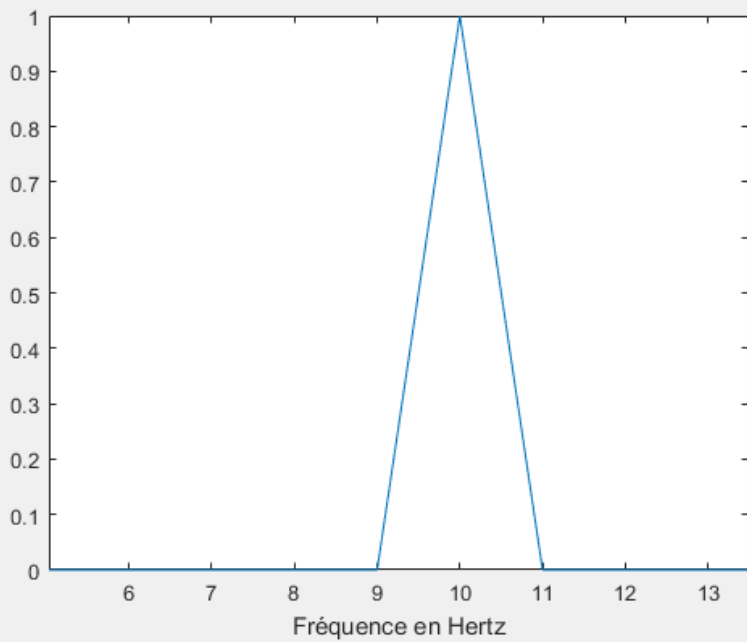
```
clear all
f1=10 %fréquence du premier signal
f2 =100 %fréquence du deuxième signal
Fe = 8192 %fréquence d'échantillonnage
Te = 1/Fe %période d'échantillonnage
nfft = 8192 %nbre de points pour calcul de la FFT
T = 1 %durée du signal à simuler en seconde
N = T/Te
%Simulation
t= 0:Te:T; %tableau des instants:
x1 = sin(2*pi*f1*t); %simule le signal 1
x2 = 3*cos(2*pi*f2*t); %simule le signal 2
x = x1+x2; %somme des deux signaux
y = x1.*x2 %produit des deux signaux
figure(1);grid
subplot(4,1,1);plot(t,x1);grid;ylabel('volt');
subplot(4,1,2);plot(t,x2);grid;ylabel('volt');
subplot(4,1,3);plot(t,x);grid;ylabel('volt');
subplot(4,1,4);plot(t,y);xlabel('temps en seconde');ylabel('volt');
```



```

%calcul des programmes d'amplitude
[f,pxx1] = spectre(x1,nfft,Fe,N);%spectre d'amplitude x1
[f,pxx2] = spectre(x2,nfft,Fe,N);%spectre d'amplitude x2
[f,pxx] = spectre(x,nfft,Fe,N);%spectre d'amplitude x
[f,pxy] = spectre(y,nfft,Fe,N);%spectre d'amplitude x1
figure(2);plot(f,pxx1); xlabel('Fréquence en Hertz')
figure(3);plot(f,pxx2); xlabel('Fréquence en Hertz')
figure(4);plot(f,pxx); xlabel('Fréquence en Hertz')
figure(5);plot(f,pxy); xlabel('Fréquence en Hertz')

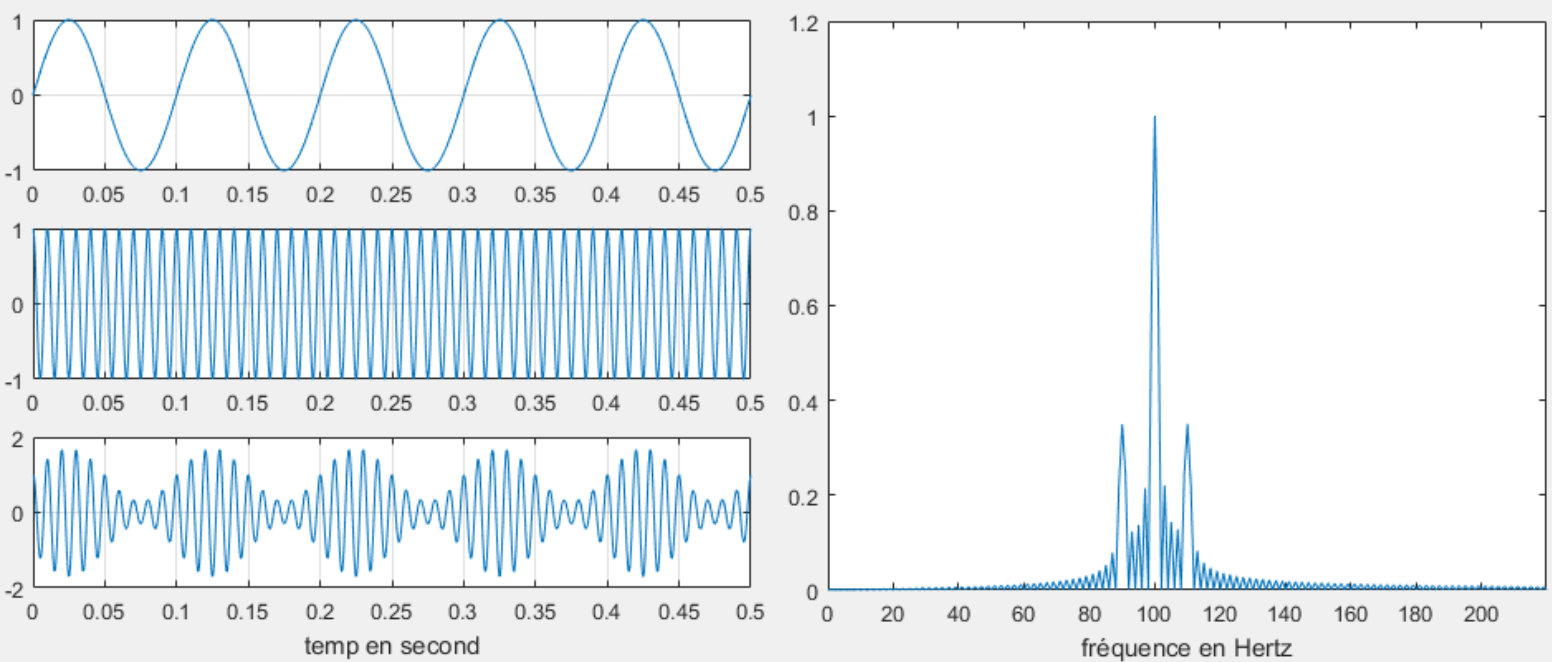
```



3. Deuxième partie : simulation d'une modulation DBAP et analyse spectrale et démodulation part détection d'enveloppe

31.

```
%simulation d'une Modulation DBAP
%Données de la simulation
f1 = 10 %fréquence du premier signal
f2 = 100 %fréquence du deuxième signal
Fe = 8192 %fréquence d'échantillonnage
Te = 1/Fe %période d'échantillonnage
nfft = 8192 %nbre de points pour le calcul de la FFT
T = 0.5 %durée du signal à simuler en seconde
m = 0.7 %coefficient de modulation
N = T/Te % nombre de points simulés
n = 2 %ordre du filtre
t = 0:Te:T; %tableau des instants :
x1 = sin(2*pi*f1*t); %simule le signal 1
x2 = cos(2*pi*f2*t); %simule le signal 2
x = x2+(m*x1.*x2); %modulation une modulation DBAP
%graphes des signaux simulés
figure(1); grid
subplot(3,1,1); plot(t,x1); grid
subplot(3,1,2); plot(t,x2); grid
subplot(3,1,3); plot(t,x); xlabel('temp en second');
grid;
[f,pxx] = spectre(x,nfft,Fe,N); %spectre d'amplitude x
figure(2); plot(f,pxx); xlabel('fréquence en Hertz')
```



Question 31

Dans ce processus de modulation que représente le signal x_1 , que représente le signal x_2

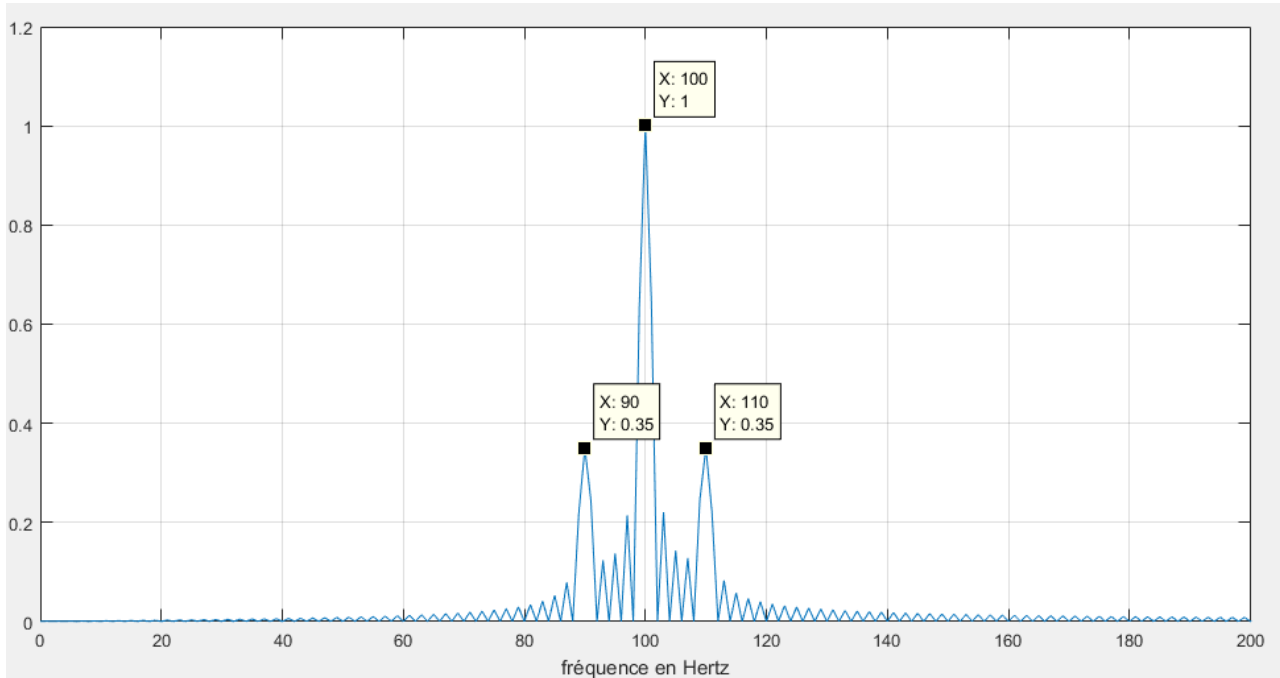
Le signal x_1 représente le signal avant la modulation et le signal x_2 est la porteuse.

Question 32

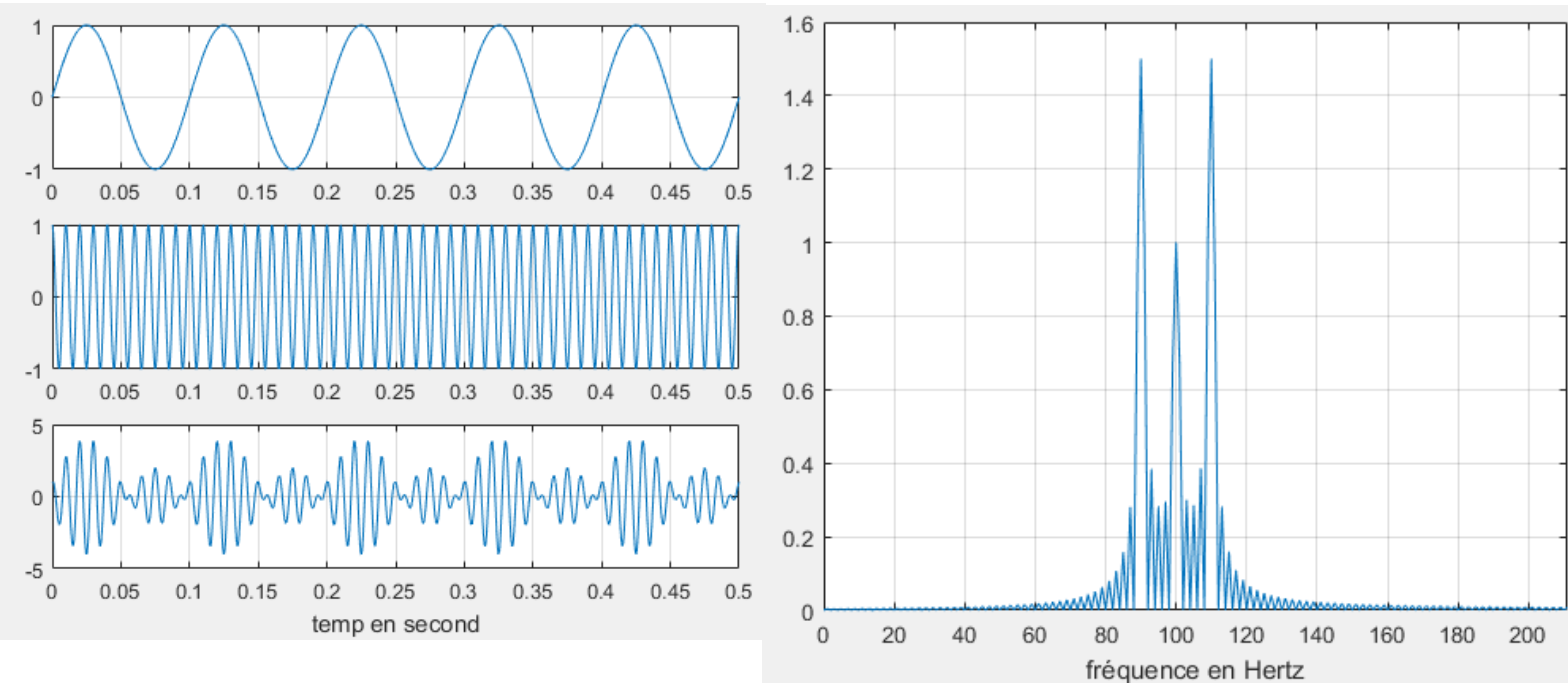
a) Observer les signaux simulés, commenter le signal x

Le signal x est le signal modulé en amplitude du signal x1.

b) Vérifier le résultat du spectre d'amplitude de x, identifier les trois raies, mesurer les amplitudes, commentez



c) Prendre m=3 dans la partie modulation, observer le résultat de a modulation, commentez le résultat

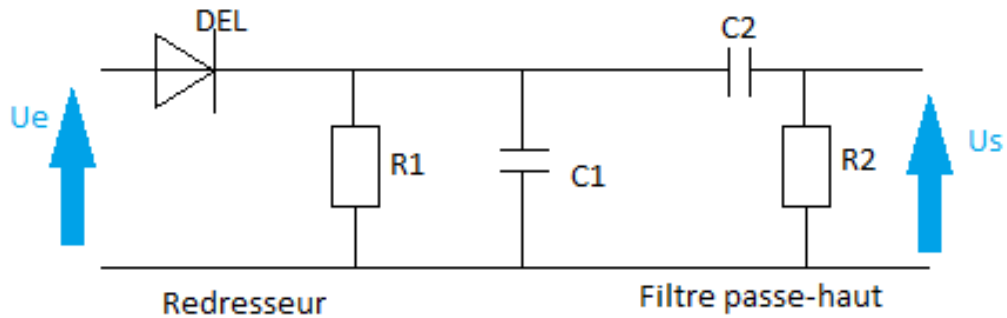


On peut observer que les raies 1 et 3 sont plus grandes que la raie 2 qui est l'inverse d'avant et on peut aussi observer que le signal modulé en amplitude est moins précis qu'avant.

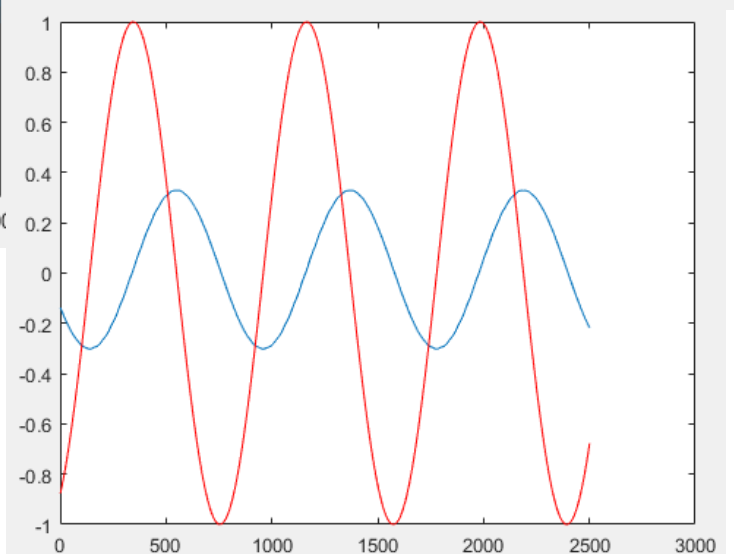
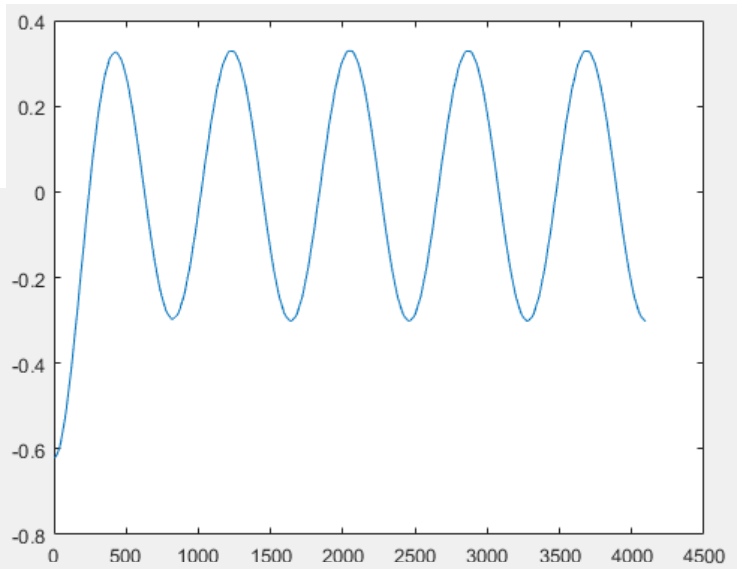
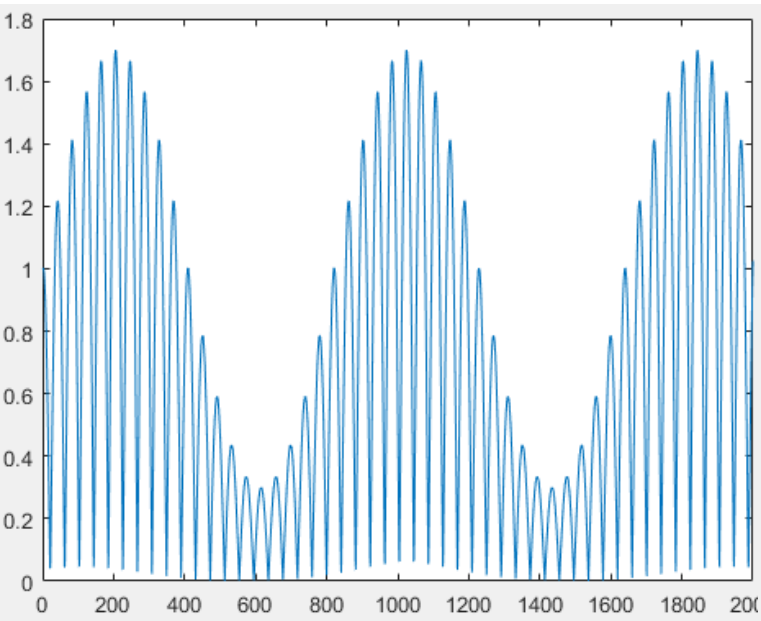
32.

Question 33 :

Rappeler le schéma d'une démodulation par détection d'enveloppe



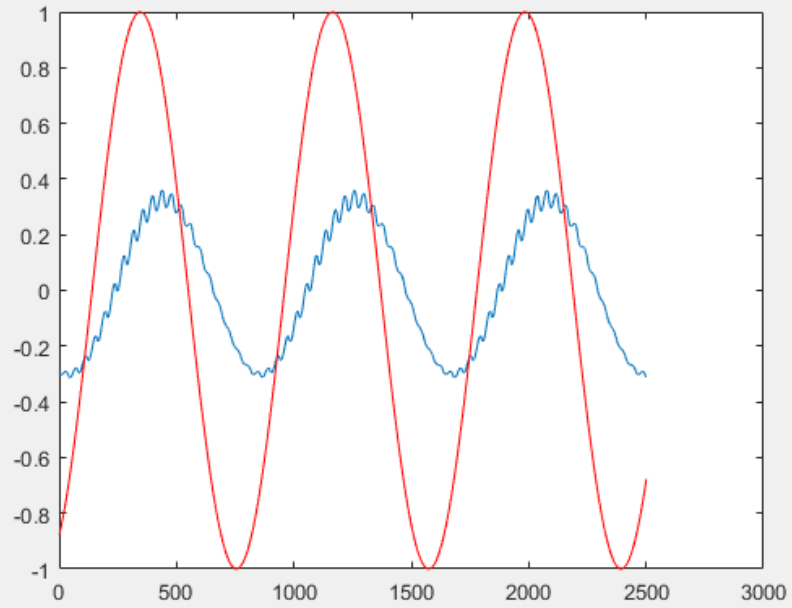
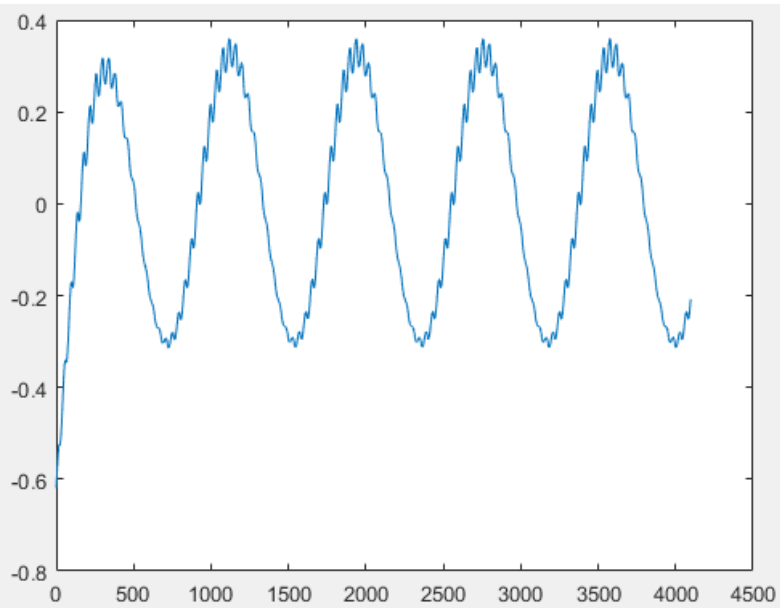
```
%démodulation par détection d'enveloppe
xab = abs(x)%simule le redressement
figure(3) ; xlabel('temps en seconde')
plot(xab(1:2000))%2000premiers pts de x1
[b,a] = butter(n, (2*f1/Fe), 'low') %calcul des paramètres
%pour le filtrage des signaux hautes fréquences
y = y - mean(y) %on soustrait au signal sa valeur moyenne
figure(4)
plot(y-mean(y))%graphe du signal démodulé
%comparaison signal basse fréquence et signal après
%démodulation
zx = x1(1500:4000) %portion de x1
z = (y(1500:4000)) %portion de y
figure(5)
plot(z)
hold on; plot(zx, 'r')
```



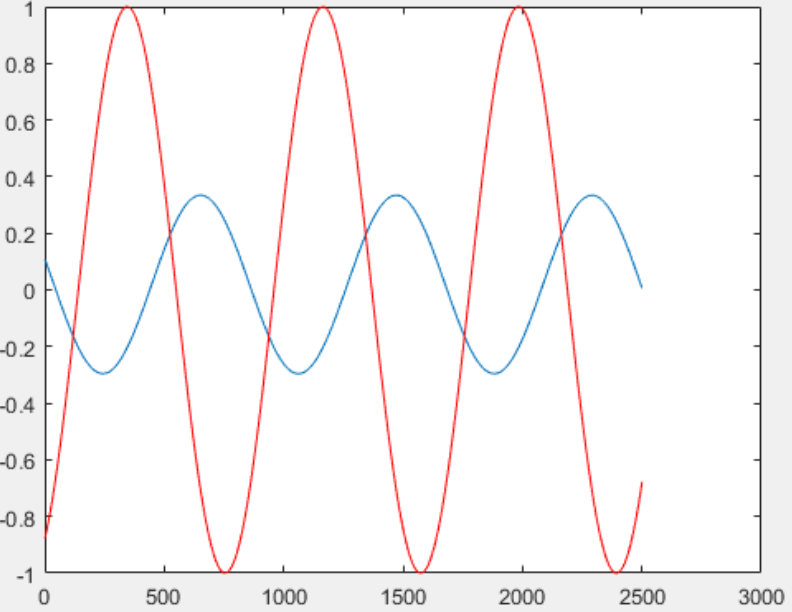
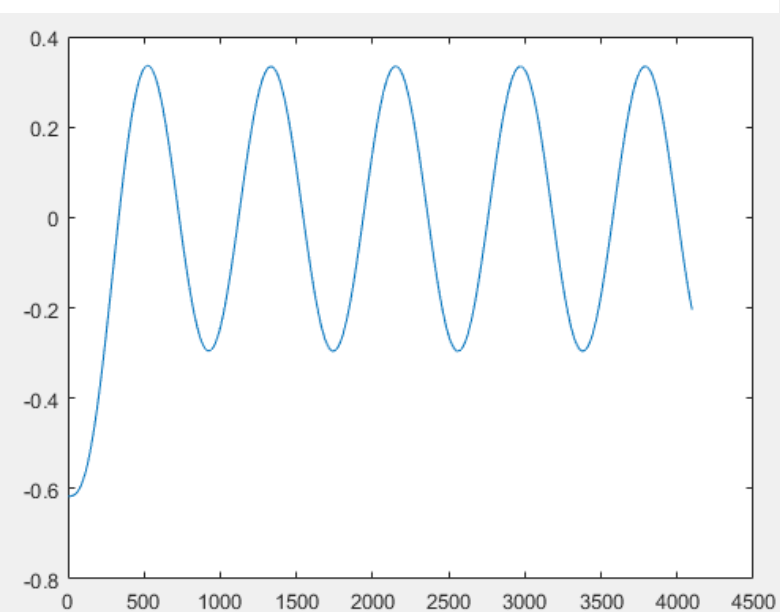
Question 33

a) Influence de l'ordre du filtre : prendre $n=1$ et $n=3$. Observer et commentez les résultats

Pour $n=1$:

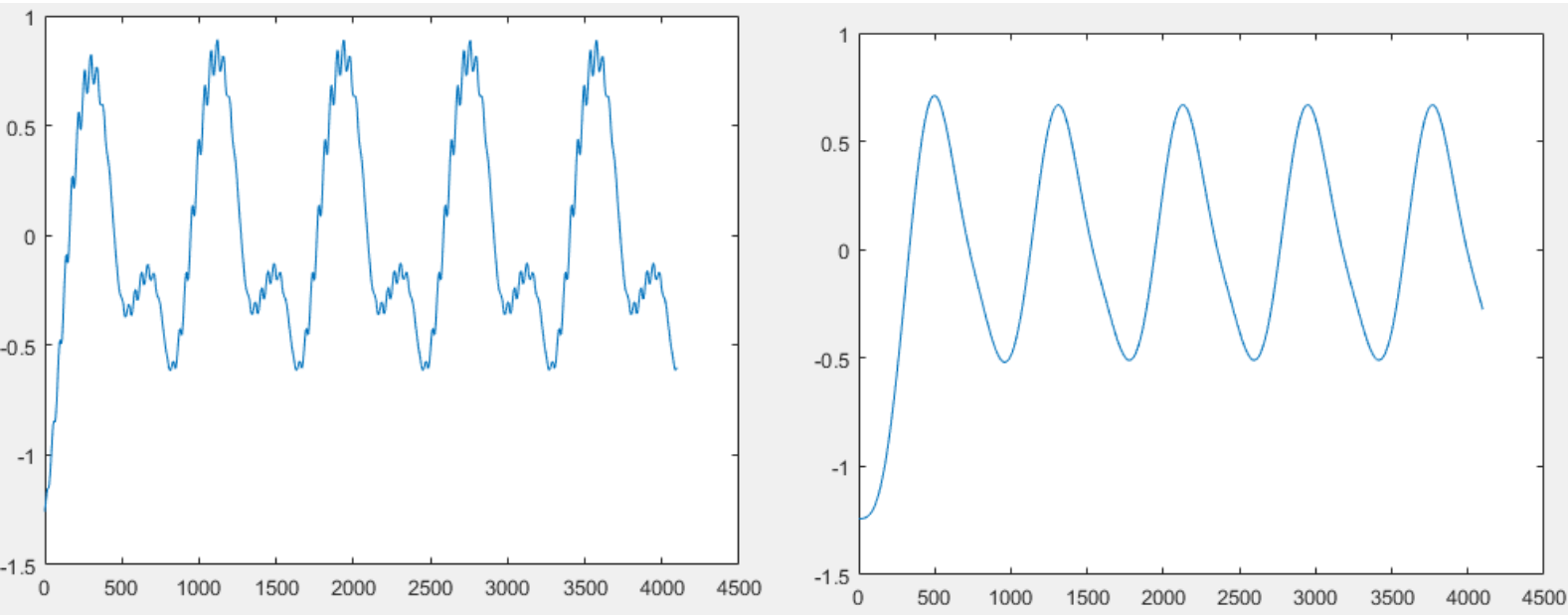


Pour $n=3$:



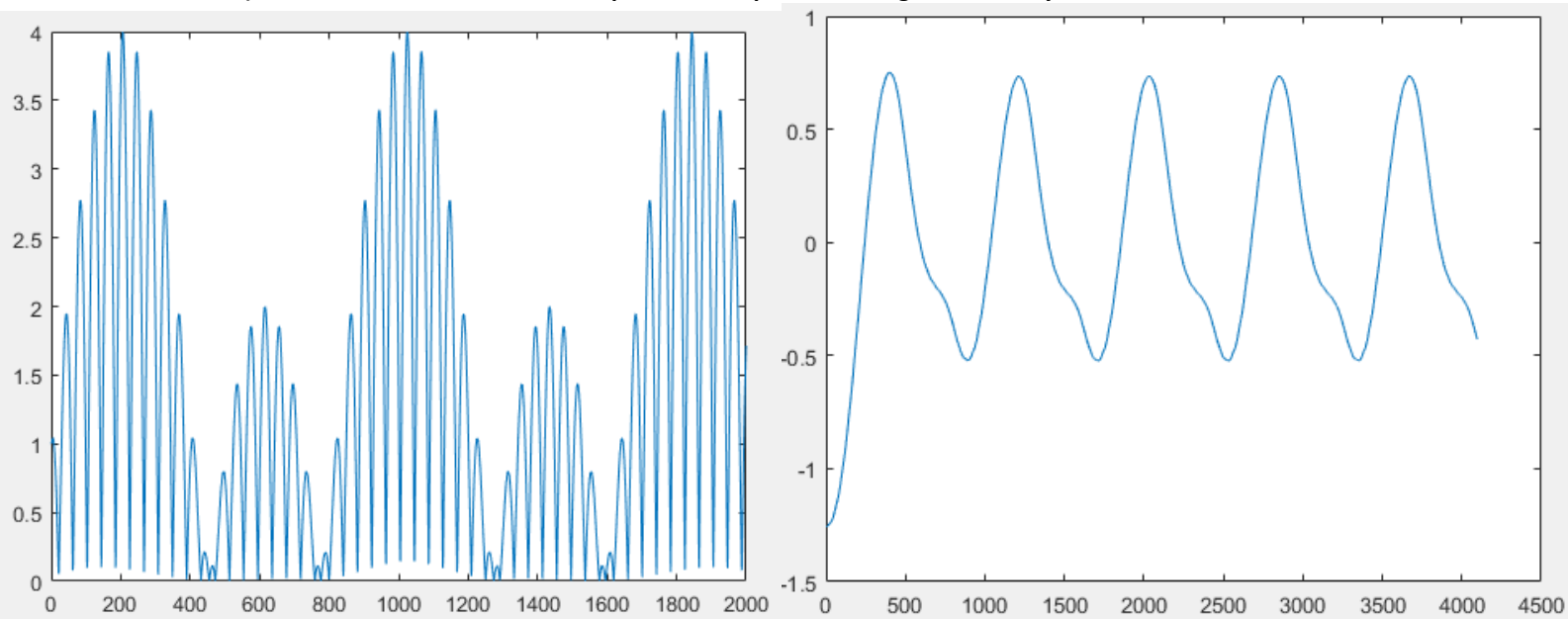
On peut remarquer que le plus l'ordre est élevé moins le signal est affecté par le bruit.

b) Prendre $m=3$ dans la partie modulation, observer le signal démodulé, commentez



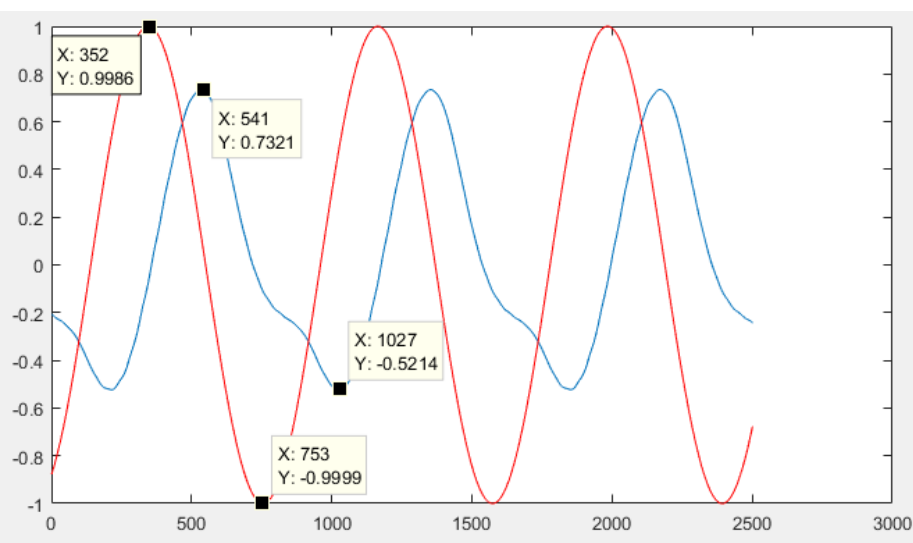
On peut remarquer que quand l'ordre du filtre est 1 (l'image au-dessus à gauche) le signal change dans sa descente et on peut aussi le remarquer un peu avec un ordre de filtre 3 (l'image au-dessus à droite). Donc on peut en conclure que plus l'ordre du filtre est élevé plus le signal va être lisse.

c) Commentez les résultats des spectres d'amplitude des signaux xab et y



On peut remarquer que le signal xab est différent de l'ancien il y a des problèmes de précision. On peut en déduire que ça doit être lié à la bosse sur la descente du signal y.

d) Sur la figure 5, mesurer le retard du signal démodulé par rapport au signal modulant



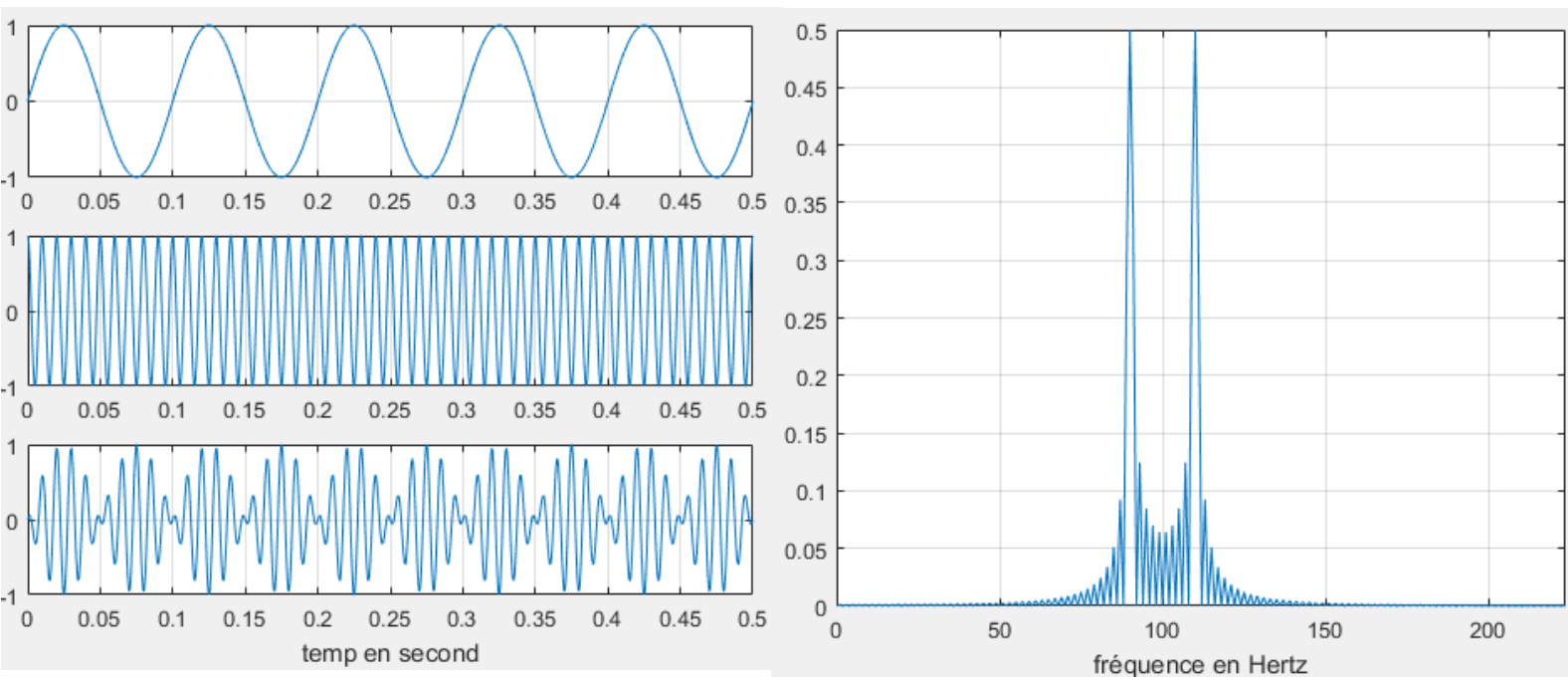
$$\Delta t = 753 - 1027 = -274$$

$$\varphi = \frac{360 \times (-274)}{818} = -120,58^\circ$$

4. Modulation DBSP et Démodulation

41.

```
%simulation d'une Modulation DBSP
%Données de la simulation
clear all
f1 = 10 %fréquence du premier signal
f2 = 100 %fréquence du deuxième signal
Fe = 8192 %fréquence d'échantillonnage
Te = 1/Fe %période d'échantillonnage
nfft = 8192 %nbre de points pour le calcul de la FFT
T = 0.5 %durée du signal à simuler en seconde
k = 1 %coefficient de modulation
N = T/Te % nombre de points simulés
n = 2 %ordre du filtre
t = 0:Te:T; %tableau des instants :
x1 = sin(2*pi*f1*t); %simule le signal 1
x2 = cos(2*pi*f2*t); %simule le signal 2
x = k*x1.*x2; %modulation DBSP
%graphes des signaux simulés
figure(1);grid
subplot(3,1,1);plot(t,x1);grid
subplot(3,1,2);plot(t,x2);grid
subplot(3,1,3);plot(t,x);xlabel('temp en second');
grid;
[f,pxx] = spectre(x,nfft,Fe,N); %spectre d'amplitude x
figure(2); plot(f,pxx);xlabel('fréquence en Hertz');grid
```

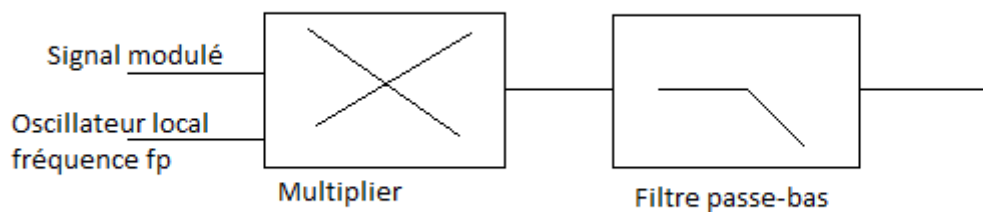


On peut observer que l'on a plus que 2 raies et que le signal modulé n'est pas précis

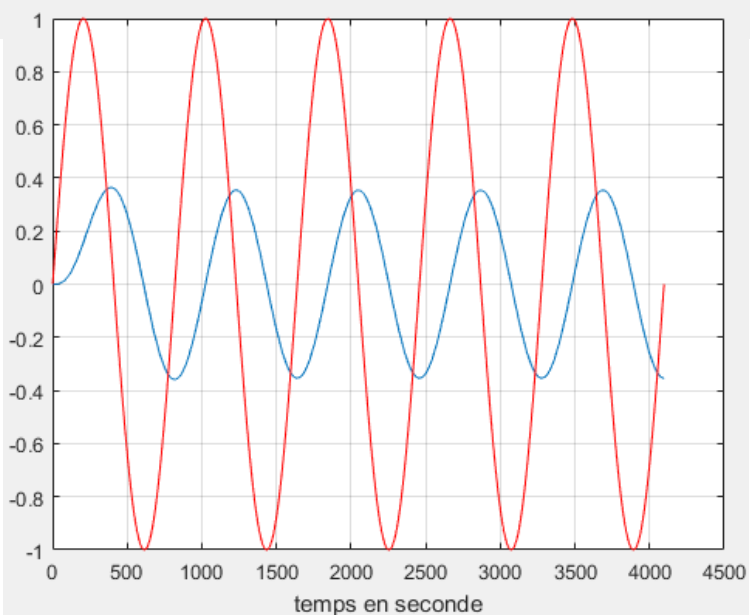
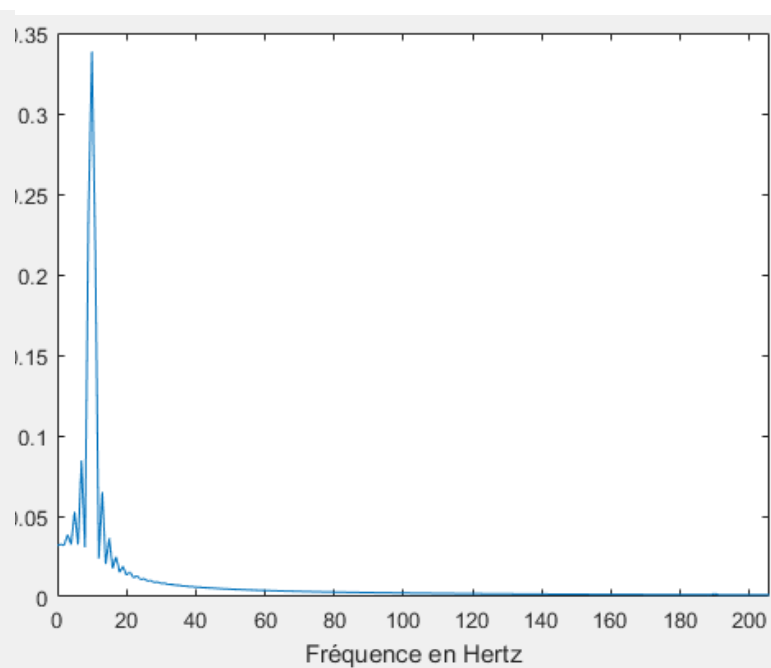
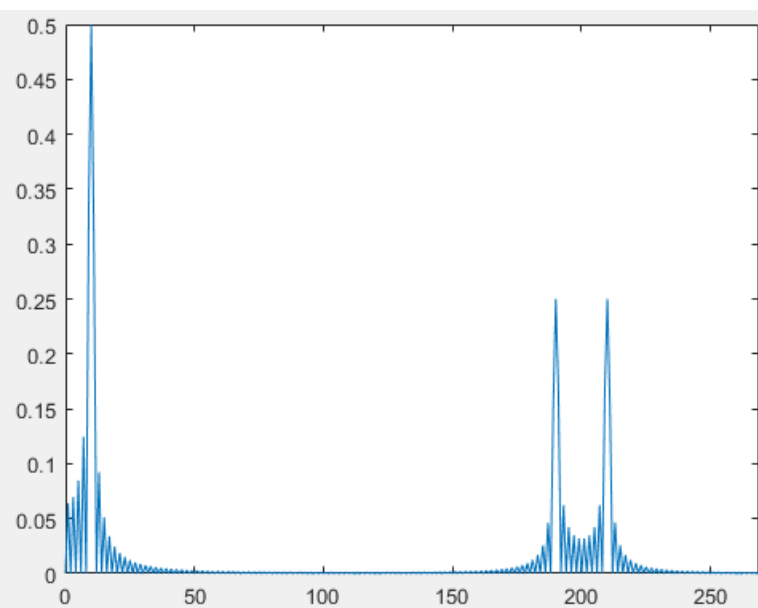
42.

Question 41

Rappeler le schéma de principe d'une démodulation par détection synchrone

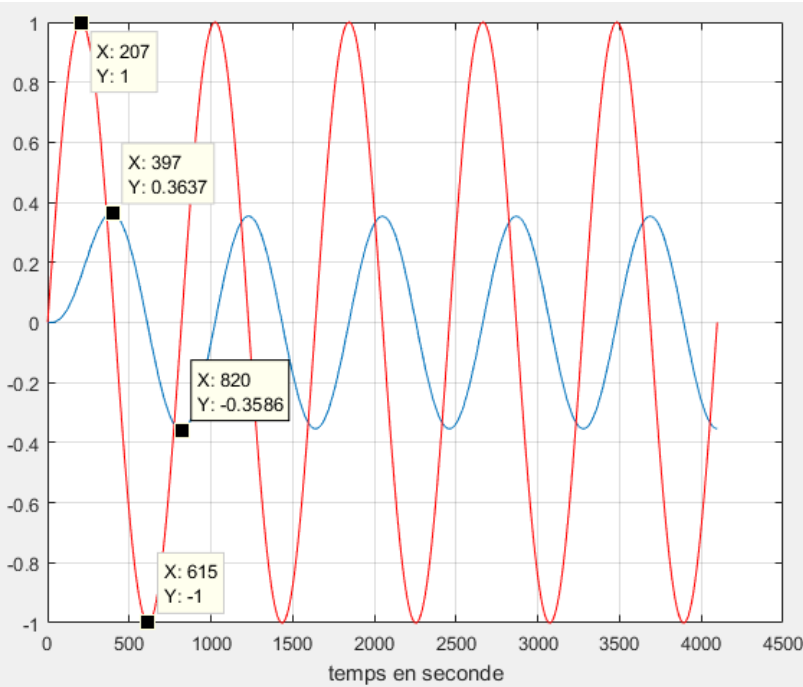


```
%demodulation par detection par un signal
y= x.*cos(2*pi*f2*t)%multiplication par un signal
[b,a] = butter(n,(2*f1/Fe),'low') %calcul des paramètre
%pour le filtrage des signaux hautes fréquences
[f,pxy] = spectre(y,nfft,Fe,N);%spectre d'amplitude de y
figure(3);plot(f,pxy);xlabel('fréquence en Hertz')
z = filter(b,a,y) %récupération du signal basse
[f,pxz] = spectre(z,nfft,Fe,N);%spectre d'amplitude de z
figure(4);plot(f,pxz);xlabel('Fréquence en Hertz')
figure(5);plot(z);hold on; plot(x1,'r');xlabel('temps en seconde');
grid
```



Question 42

a) Comparer le signal modulant de départ et le signal démodulé. Mesurer l'atténuation en amplitude et le déphasage entre les deux signaux suite au filtrage.

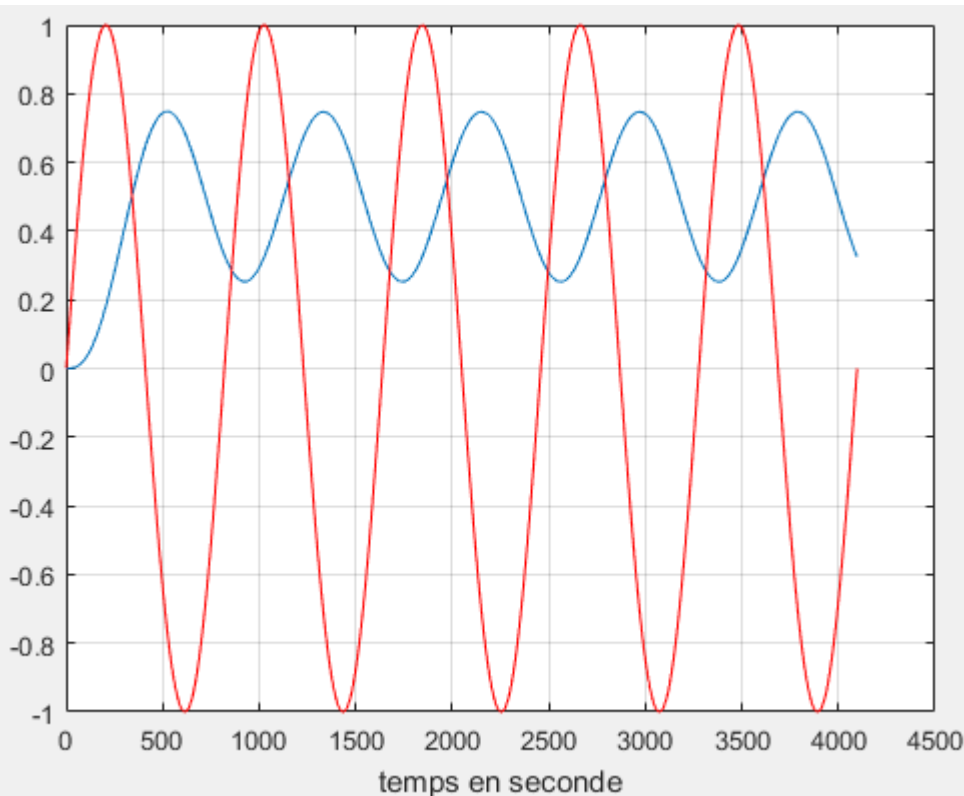


$$A = 20 \log \left(\frac{V_s}{V_e} \right) = 20 \log \left(\frac{0.35}{1} \right) = -9.12 \text{ dB}$$

$$\Delta t = 615 - 820 = -205$$

$$\varphi = \frac{360 \times (-205)}{818} = -90.22^\circ$$

b) Appliquer la démodulation par détection synchrone au signal DBAP. Commenter



On remarque que le composant est resté le même.

c) Comparer à la démodulation par d'érection d'enveloppe.

On peut remarquer que le signal démodulé est resté mais qu'il y a un offset d'environ 0.5.